

IV российская молодежная научная школа-конференция
«Энергетика, электромеханика и энергоэффективные технологии глазами молодежи»
Секция 1. Энергоэффективные технологии в электромеханике

Таким образом, использование Fe-Cr-Co по сравнению с викаллоем приводит к увеличению в несколько раз удельных потерь на гистерезис $P_{\text{Г}}$, электромагнитной мощности при пуске $P_{\text{э}}$ и пускового момента $M_{\text{п}}$. При этом время разбега $t_{\text{р}}$ снижается.

ЛИТЕРАТУРА

1. Делекторский Б.А. Проектирование гироскопических электродвигателей / Б.А. Делекторский, Н.З. Мастяев, И.Н. Орлов; под ред. И.Н. Орлова. — Москва: Машиностроение, 1968. — 252 с.
2. Устюхин А.С., Вомпе Т.А., Мильев И.М., Зелевский В.А. Исследование магнитных гистерезисных свойств Fe-26Cr-16Co порошковых сплавов в зависимости от условий спекания и термообработки // Ученые записки ЗабГУ. Серия: Физика, математика, техника, технология. – 2015. – Ч. 135. – № 3. – С. 112–119.

ИССЛЕДОВАНИЕ ВОЗМОЖНОСТИ МОДЕРНИЗАЦИЙ СИЛОВОГО ТРАНСФОРМАТОРА С ОБМОТКАМИ ИЗ АЛЮМИНИЯ

Елшибек Ануар Алтынбекулы

Национальный исследовательский Томский политехнический университет, г. Томск

Обеспечение жизнедеятельности трансформаторов при аварийных воздействиях, в частности, коротких замыканий, остается важной научно-технической проблемой из-за повышения требований к надежности, экономичности, конкурентоспособности, а также из-за роста и перераспределения мощностей сетей, увеличения числа коротких замыканий. Также имеют место моральное и физическое старение парка трансформаторов, технические и экономические трудности обеспечения резерва и замены оборудования.

Актуальность темы: В объем капитального ремонта трансформаторов кроме работ, выполняемых при среднем ремонте, входят работы, связанные с разборкой активной части. Необходимость ее разборки может быть вызвана повреждением обмоток или магнитной системы, износом их изоляции. В первом случае обмотки полностью или частично заменяют новыми или восстанавливают старые.

Вместе с тем встает вопрос о необходимости замены медного провода алюминиевым, что обусловлено:

- дефицитом меди в связи с более быстрыми темпами развития электротехнической промышленности по сравнению с ростом добычи меди;
- снижением себестоимости алюминия, вызванным значительным увеличением объема производства и постоянно повышающейся стоимостью электроэнергии;
- снижением материалоемкости выпускаемых трансформаторов и электрических аппаратов, как указывалось выше, важная проблема электротехнической промышленности, никогда не теряющая своей актуальности [3].

Исследование возможностей модернизации силового трансформатора ТМ-100/6 при проектировании и поиск вариантов перехода на обмотки из алюминия в тех же габаритах магнитной системы.

Обеспечение дальнейшей эксплуатации трансформаторов после капитального ремонта возможно за счет полной замены медного провода обмоток трансформатора алюминиевым, когда заменяется только металл провода, но сохраняются: число витков

обмоток, материал и размеры изоляционных промежутков, а также все данные и размеры магнитной системы и системы охлаждения трансформатора.

Трансформатор *ТМ-100/6* является двухобмоточным трехфазным понижающим силовым масляным трансформатором промышленного назначения и предназначен для преобразования электроэнергии в сетях энергосистем и потребителей электроэнергии. Трансформатор был спроектирован с максимальным приближением к ГОСТ, по электротехническим параметрам не уступает аналогам.

Таблица 1. Спроектированный трансформатор с аналогичными трансформаторами выпускаемыми заводами изготовителями ТМ-100/6

Заводы Парамет.	Спроектированны й трансформатор	ООО «УралЭнерго»	ПЭО г. Королев	ООО «ЗУТ» г. Полевской
S_n , кВА	100	100	100	100
VH , кВ	6	6	6	6
HN , кВ	0,4	0,4	0,4	0,4
U_{k3} , %	4,34	4,5	4,5	4,5
P_{k3} , Вт	1651	1300	1970	1970
I_{xx} , %	1,771	2,5	2,2	2,6
Схема соединения	У/У _Н -0	У/У _Н -0	У/У _Н -0	У/У _Н -0
Габариты, мм	800×500×1000	1050×560×119 5	1050×1285× 695	1090×770×1560
Масса, кг	795	770	750	730

В результате расчета трансформатора с обмотками из меди, получены следующие соотношения основных геометрических параметров магнитной системы, представленные в табл. 2 которые будут определяющими при поиске вариантов перехода на обмотки из алюминия.

Таблица 2. Соотношения основных геометрических параметров силового трансформатора ТМ-100/6

Диаметр стержня сердечника	$D = 0,14$ м
Осевой размер обмотки	$L_1=L_2= 0,342$ м
Число витков в обмотке	$\omega = 49$
Масса стали магнитной системы	$G_{ст,М} = G_{ст,А}$
Внешний диаметр обмотки	$D_2 = 0,27$ м
Длина стержней магнитной системы	$l_c=0,381$
Расстояние между осями стержней	$C=0,28$

В процессе исследования и расчетов было выявлено, что в нашем случае рациональная замена в силовом трансформаторе обмоток из меди на обмотки из алюминия в тех же габаритах магнитной системы с одинаковыми электротехническими параметрами, с одинаковой конструкцией, материалами и размерами изоляции рассчитанными при одном значении индукции возможна лишь при снижении номинальной мощности.

В результате проведенных исследований и расчетов силового трансформатора

ТМ-100/6 на обмотки из алюминия в тех же габаритах магнитной системы было найдено два возможных варианта. Первый вариант, когда обмотку НН выполняют из алюминиевой ленты снижение мощности, которой составила 15% и второй вариант, когда обмотка НН цилиндрическая двухслойная из прямоугольного провода мощность снизилась на 5%.

Для проведения сравнительного анализа при поиске оптимального варианта была построена сводная таблица.

Таблица 3. Сводная таблица сравнительного анализа

Номинальная мощность трансформатора ТМ-100/6	$S_n=100$ кВА	$S_n=85$ кВА	$S_n=95$ кВА
Материал обмоток	Медь	Алюминий	Алюминий
Тип обмоток НН	Цилиндрическая двухслойная из прямоугольного провода	Алюминиевая лента	Цилиндрическая двухслойная из прямоугольного провода
d_{cm} (м)	14	14	14
β	1,53	1,53	1,53
C_{ac}	402,63	328	340,611
$l_{об1,2}$ (м)	0,342	0,342	0,342
l_c (м)	0,381	0,381	0,381
C (м)	0,280	0,280	0,280
q_{nn} (Вм/м ²)	321	578	359
$q_{вн}$ (Вм/м ²)	509	427	595
$P_{осн1}$ (Вт)	635	870	709
$P_{осн2}$ (Вт)	1200	1114	1203
$P_{кз}$ (Вт)	1651	2018	1961
$U_{кз}$ (%)	4,344	4,654	4,538
P_{xx} (Вт)	357	357	357
i_{xx} (%)	1,771	1,771	1,771
η (%)	98,03	97,64	97,70
G_{cm} (кг)	270,2	270,2	270,2
$G_{обм,ал}$	93,26	51,85	37,85
M/S_n	3,63	3,78	3,24

Для наглядного сравнительного анализа при поиске оптимального варианта были построены графики (рис 1, 2, 3, 4).



Рис. 1. Стоимость активной части

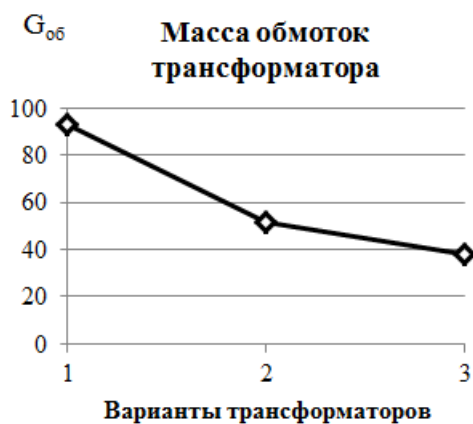


Рис. 2. Масса обмоток трансформатора



Рис. 3. Удельная материалоемкость



Рис. 4. Коэффициент полезного действия

Анализ таблицы и графических зависимостей показал, что вариант трансформатора ТМ-95/6 с обмоткой НН цилиндрической двухслойной из прямоугольного провода показал существенное уменьшение массы обмоток, стоимости активной части трансформатора и удельной материалоемкости. При этом коэффициент полезного действия практически остался без изменений.

Таким образом, можно сделать следующие выводы, что в процессе проведения расчетов была получена возможность выбора оптимального варианта типа обмоток НН трансформатора и оценки ряда его параметров – масс активных материалов, стоимости активной части, параметров холостого хода и короткого замыкания при сохранении геометрии магнитной системы.

Несмотря на снижение номинальной мощности на 5 % для масляных силовых трансформаторов допускается длительная перегрузка по току любой обмотки на 5% от номинального тока ответвления, если напряжение на ответвлении не превышает номинального. Отсюда следует, что трансформатор ТМ 95/6 может работать при номинальной мощности на 100 кВА. Тем самым модернизация данного трансформатора проведена без снижения качества при эксплуатации.

В плане экономического анализа при сравнении медных обмоток с алюминиевой видно, что при одинаковой конструкции магнитной системы трансформатора стоимость ремонта будет намного дешевле и легче трансформатора с обмотками из

меди почти 2,5 раза с теми же показателями. И все же выбор, замены обмоток на медь или на алюминии нужно строго исходя из потребностей и возможностей заказчика.

Таким образом, модернизированный трансформатор ТМ-95/6 будет гораздо эффективнее аналога и следовательно, его эксплуатация возможна без снижения качества.

ЛИТЕРАТУРА

1. Тихомиров П. М. Расчет трансформатора – М.: Альянс, 2009.–528 с.
2. Фарбман С.А., Бун А.Ю., Райхлин И.М. – Ремонт и модернизация трансформаторов.
3. Котелец Н.Ф. Акимова Н.А., Антонов М.В. Испытания, эксплуатация и ремонт электрических машин – Издательский центр: "Академия", 2003.
4. Сапожников А.В. Конструирование трансформаторов. – изд. 2 М., Л.: Государственное энергетическое издательство, 2006

РАЗРАБОТКА СИСТЕМЫ УПРАВЛЕНИЯ УПАКОВОЧНОЙ МАШИНЫ

Древаль М.А.

Национальный исследовательский Томский политехнический университет, г. Томск

Решение проблемы импортозамещения ставит необходимостью разработки современного оборудования для пищевых отечественного производства.

Описание принятых технических решений

С конвейера, где отливаются шоколадные конфеты посредством зигзагообразного транспортирующего укладчика, производится их перемещение на следующий конвейер, где они укладываются в одну линию и поступают на движущую ленту, равномерно выравниваясь.

Далее, каждая из конфет с помощью сервопривода переключается в ячейку ленты с разделительными лопатками. Над этой лентой синхронно перемещается упаковочная пленка с метками для датчика. В узле упаковки производится продольная сварка пленки, т.е. формируется непрерывный пакет. Одновременно, батончики перемещаются вперед, внутрь пакета, и проходят через позицию поперечной горизонтальной сварки, резки пакета (Рисунок 1).

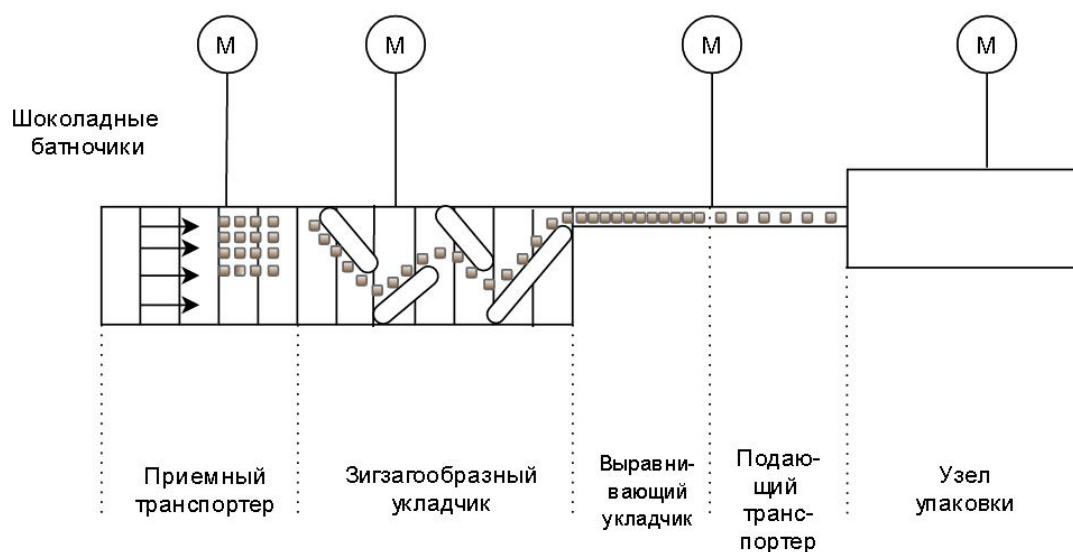


Рис. 1. Схема конвейера по упаковке шоколадных батончиков